

OSCILLATOR APPARATUS

Patent Number: JP2002022453
Publication date: 2002-01-23
Inventor(s): MORIYA KAZUFUMI
Applicant(s): MURATA MFG CO LTD
Requested Patent: ☐ JP2002022453
Application Number: JP20000209862 20000711
Priority Number(s):
IPC Classification: G01C19/56; B06B1/02; G01P9/04; G01P15/125; H01L29/84
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To oscillate an oscillator at an always stable frequency even when a stress acts on a board.

SOLUTION: A board 1 has a support fixing part 3 having a first support beam 4 through which a first oscillator 5 is mounted on the board 1 swingably in the x-axis direction. A second oscillator 7 is mounted on the first oscillator 5 through a second support beam 6 displaceably in the Y-axis direction. An oscillator generator 9 is provided between the first oscillator 5 and the board 1 and an angular velocity detector 10 is provided between the second oscillator 7 and the board 1. The fixing part 3 has a slit 12 extending in the X-axis direction to absorb strains occurred in the fixing part 3.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

JP-A-2002-22453 discloses an oscillator that is oscillated at an always stable frequency even when a stress acts on a board. A board 1 has a support fixing part 3 having a first support beam 4 through which a first oscillator 5 is mounted on the board 1 swingably in the x-axis direction. A second oscillator 7 is mounted on the first oscillator 5 through a second support beam 6 displaceably in the Y-axis direction. An oscillator generator 9 is provided between the first oscillator 5 and the board 1 and an angular velocity detector 10 is provided between the second oscillator 7 and the board 1. The fixing part 3 has a slit 12 extending in the X-axis direction to absorb strains occurred in the fixing part 3.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-22453

(P2002-22453A)

(43) 公開日 平成14年1月23日 (2002.1.23)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーム(参考)

G 0 1 C 19/56

G 0 1 C 19/56

2 F 1 0 5

B 0 6 B 1/02

B 0 6 B 1/02

K 4 M 1 1 2

G 0 1 P 9/04

G 0 1 P 9/04

5 D 1 0 7

15/125

15/125

H 0 1 L 29/84

H 0 1 L 29/84

Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願2000-209862(P2000-209862)

(22) 出願日

平成12年7月11日(2000.7.11)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 森屋 和文

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

(74) 代理人 100079441

弁理士 広瀬 和彦

Fターム(参考) 2F105 BB04 CC04 CD03 CD05 CD13

4M112 AA02 BA07 CA24 CA26 CA36

EA02

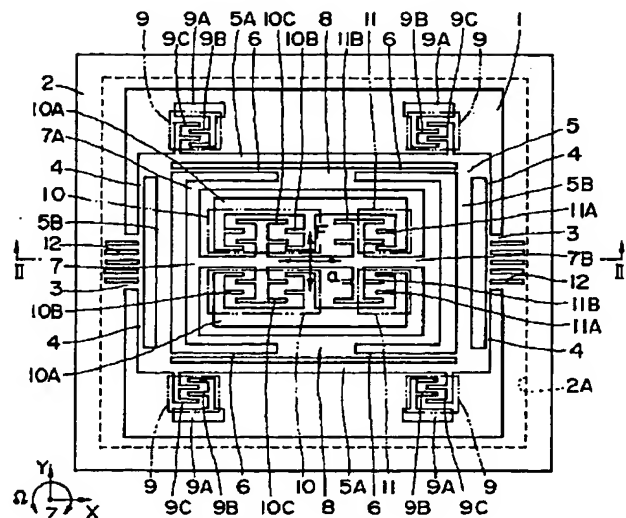
5D107 AA14 BB09 CC20 FF07

(54) 【発明の名称】 振動体装置

(57) 【要約】

【課題】 基板に応力が作用するときでも、振動体を常に安定した周波数で振動させる。

【解決手段】 基板1には支持固定部3を設け、この支持固定部3に設けた第1の支持梁4を介して第1の振動体5をX軸方向に振動可能な状態で基板1に取付ける。一方、第2の振動体7は、第2の支持梁6を介してY軸方向に変位可能な状態で第1の振動体5に取付ける。また、第1の振動体5と基板1との間には振動発生部9を設けると共に、第2の振動体7と基板1との間には角速度検出部10を設ける。そして、支持固定部3にはX軸方向に延びるスリット12を設け、このスリット12によって支持固定部3に生じる歪を吸収する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板と、該基板に設けられた支持固定部と、該支持固定部に接続された支持梁と、該支持梁によって振動可能に支持された振動体とからなる振動体装置において、前記支持固定部には、該支持固定部に生じる歪みを吸収するためのスリットを設けたことを特徴とする振動体装置。

【請求項 2】 前記支持梁は前記振動体の振動方向と直交する方向に延び、前記スリットは前記振動体の振動方向と平行な方向に延びる構成としてなる請求項 1 に記載の振動体装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば角速度センサ、加速度センサ、振動センサ、振動アクチュエータ等として用いられる振動体装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、振動体装置として例えば角速度センサ、加速度センサ、振動センサ、振動アクチュエータ等の各種の用途に用いられるが、例えば角速度センサに適用したものとして、基板と、該基板に設けられた支持固定部と、該支持固定部に接続された支持梁と、該支持梁によって振動可能に支持された振動体とから構成したものが知られている（例えば、特開平 5-312576 号公報等）。

【0003】 そして、従来技術による角速度センサは、振動体の周囲に振動体を振動させる振動発生手段を設けると共に、振動体が振動方向と直交する方向に変位するときの変位量を角速度として検出する角速度検出手段が設けられている。

【0004】 これにより、従来技術による角速度センサは、互いに直交する 3 軸を X 軸、Y 軸、Z 軸とすると、振動発生手段によって振動体を基板と平行な X 軸方向に対して振動させる。この状態で、外部から Z 軸周りの角速度を加えると、コリオリ力によって振動体は X 軸に直交した Y 軸方向に変位する。そして、角速度検出手段は、このコリオリ力による振動体の Y 軸方向の変位を圧電抵抗、静電容量等の変化として検出することにより、角速度の大きさを検出している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、従来技術による角速度センサでは、振動体が X 軸方向に振動するときの周波数が常に共振状態となると、即ち振動体の固有振動数で振動しているときに安定した Y 軸方向への出力を検出することができる。しかし、基板が熱によって膨張、収縮したときや外部からの応力が基板に作用したとき等には、支持固定部を介して支持梁に引張り、圧縮応力が作用することがある。このような場合、振動体の固有振動数が変化するため、角速度の検出感度に著しく影響するという問題がある。

【0006】 本発明は上述した従来技術の問題に鑑み込まれたもので、本発明は支持固定部に作用する応力を緩和し、振動体を常に安定して振動させることができる振動体装置を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上述した課題を解決するために、本発明は、基板と、該基板に設けられた支持固定部と、該支持固定部に接続された支持梁と、該支持梁によって振動可能に支持された振動体とからなる振動体装置に適用される。

【0008】 そして、請求項 1 の発明が採用する構成の特徴は、支持固定部には、該支持固定部に生じる歪みを吸収するためのスリットを設けたことにある。

【0009】 このように構成したことにより、基板に応力が生じたときでも、支持固定部に設けたスリットによって支持固定部に生じる歪みを吸収することができる。このため、支持梁に応力が作用することがないから、振動体の固有振動数を一定の値に保持することができる。

【0010】 また、請求項 2 の発明では、支持梁は振動体の振動方向と直交する方向に延び、スリットは振動体の振動方向と平行な方向に延びる構成としている。

【0011】 これにより、支持固定部に基板からの応力が作用するときでも、スリットの幅寸法が変化し、支持固定部が振動方向と直交する方向に伸縮するのを防ぐことができる。このため、基板に応力が作用するときでも、支持梁に引張り応力、圧縮応力が作用することがなく、振動体を一定の周波数で安定して振動させることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】 以下、本発明による実施の形態による振動体装置として角速度センサに適用した場合を例に挙げ、図 1 ないし図 5 に従って詳細に説明する。

【0013】 図において、1 は角速度センサの本体をなす矩形状の基板で、該基板 1 は例えば低抵抗なシリコン材料によって形成されている。

【0014】 2 は基板 1 に固定的に設けられた固定枠で、該固定枠 2 は基板 1 の外周に沿って略四角形の枠状に形成されている。また、固定枠 2 には、その外周側に段部を形成する周壁部 2A が設けられている。これにより、固定枠 2 のうち周壁部 2A の内周側に位置する部位は、基板 1 から離間した状態となっている。

【0015】 3、3 は X 軸方向に離間して固定枠 2 の内周側に設けられた左、右方向で一对の支持固定部で、該各支持固定部 3 は、固定枠 2 から基板 1 の中央に向けて延び、固定枠 2 の周壁部 2A によって基板 1 から浮いた状態となっている。また、各支持固定部 3 は、前、後方向（Y 軸方向）に向けて長さ寸法 L を有すると共に、後述する第 1 の振動体 5 を左、右両側で挟んでいる。

【0016】 4、4、…は左、右の支持固定部 3 から Y 軸方向の両側に向けて延びる前、後方向で一对の第 1 の

支持梁で、該第1の支持梁4は、支持固定部3を挟んだ状態で各支持固定部3の前、後方向（Y軸方向）の両端に2本ずつ合計4本設けられている。そして、第1の支持梁4は、その基端側が支持固定部3に接続されると共に、その先端側は後述する第1の振動体5に接続されている。

【0017】5は第1の支持梁4によって基板1の表面から離間した状態で支持された第1の振動体で、該第1の振動体5は、互いに対向してX軸方向に延びる一対のX軸方向枠部5A、5Aと、互いに対向してY軸方向に延びる一対のY軸方向枠部5B、5Bとによって略四角形の枠形状に形成されている。そして、第1の振動体5の四隅には、Y軸方向枠部5Bに平行に延びる4本の支持梁4の先端がそれぞれ取付けられている。これにより、第1の振動体5は、Y軸方向への変位が規制された状態でX軸方向に変位可能となっている。

【0018】6、6、…は第1の振動体5の枠内に位置してX軸方向枠部5Aと平行にX軸方向に延びる合計4本の第2の支持梁で、該各支持梁6は、第1の振動体5の四隅近傍から振動体5のX軸方向中央部に向けて延び、その両端はY軸方向枠部5Bと支持連結部8とにそれぞれ接続されている。

【0019】7は第1の振動体5の枠内に位置して第2の支持梁6によって基板1の表面から離間した状態で支持された第2の振動体で、該第2の振動体7は、略長方形の枠形状に形成された枠部7Aと、該枠部7Aの中心部をX軸方向に延びて該枠部7Aの左、右両辺を連結する連結部7Bとによって構成されている。そして、連結部7Bは、Y軸方向の中央部に位置して後述の電極10C、11Bが取付けられている。

【0020】8、8は枠部7Aの前、後方向の両辺に設けられた前、後方向で一対の支持連結部で、該各支持連結部8は、枠部7Aの外側に位置して枠部7Aの左、右方向の中間部に設けられている。そして、各支持連結部8には、X軸方向に延びる第2の支持梁6がそれぞれ2本ずつ取付けられている。

【0021】ここで、第1、第2の振動体5、7は、第1の支持梁4の形状、第1、第2の振動体5、7の質量等を適宜設定することによって、第1の固有振動数 f_1 を有している。そして、第1、第2の振動体5、7は、後述の振動発生部9によって固有振動数 f_1 をもってX軸方向に振動する。

【0022】一方、第2の振動体7は、第2の支持梁6の形状、第2の振動体7の質量等を適宜設定することによって、第2の固有振動数 f_2 を有している。また、第2の固有振動数 f_2 は、第1の振動体5の固有振動数 f_1 よりも5%程度高いまたは低い振動数に設定されている。これにより、製造公差等によって第1、第2の固有振動数 f_1 、 f_2 が予め設定した値に対して僅かに異なる値になるときであっても、角速度に対する第2の振動体

7の変位量はほぼ一定の値に保持される。

【0023】9、9、…は基板1と第1の振動体5との間に設けられた振動発生部で、該各振動発生部9は、第1の振動体5の四隅近傍に合計4個配設されている。そして、各振動発生部9は、基板1に固定された振動用固定部9Aと、該振動用固定部9Aから第1の振動体5に向けて延びる櫛歯状の電極9Bと、第1の振動体5から振動用固定部9Aに向けて延び、該電極9Bと噛合する櫛歯状の電極9Cとによって構成されている。

【0024】そして、振動発生部9は、各電極9B、9C間に逆位相となる周波数 f の駆動信号を発振回路（図示せず）から印加することによって、各電極9B、9C間には静電引力を交互に発生し、第1の振動体5を矢示a方向（X軸方向）に振動させる。

【0025】10、10は基板1と第2の振動体7との間に設けられた角速度検出部で、該各角速度検出部10は、第2の振動体7の枠部7A内に位置して基板1に固定された検出用固定部10Aと、該検出用固定部10Aから連結部7Bに向けて延びる櫛歯状の電極10Bと、連結部7Bから検出用固定部10Aに向けて延び該電極10Bに噛合するアンテナ状の電極10Cとによって平行平板コンデンサとして構成されている。

【0026】そして、角速度検出部10は、第1、第2の振動体5、7が矢示a方向に振動している状態でZ軸回りの角速度 Ω が作用したときには、第2の振動体7がコリオリ力 F によってY軸方向に変位するから、角速度 Ω に対応した第2の振動体7のY軸方向への変位量を電極10B、10C間の静電容量の変化量によって検出し、各電極10B、10C間の静電容量に応じた検出信号を出力している。

【0027】11、11は基板1と第2の振動体7との間に設けられた振動状態モニタ部で、該各振動状態モニタ部11は検出用固定部10Aから連結部7Bに向けて延びる櫛歯状の電極11Aと、連結部7Bから検出用固定部10Aに向けて延び該電極11Aに噛合する櫛歯状の電極11Bとによって構成されている。

【0028】そして、振動状態モニタ部11は、第1、第2の振動体5、7が振動発生部9によってX軸方向に振動するときの振動状態を各電極11A、11B間の静電容量の変化としてモニタし、検出用固定部10Aを通じて各電極11A、11B間の静電容量に応じたモニタ信号を出力している。

【0029】12、12、…は各支持固定部3に例えば5本ずつ貫通して設けられたスリットで、該スリット12は、幅寸法 δ をもってX軸方向に延びると共に、前、後方向で一対の支持梁4、4の中間部位に対して略対称となる位置に配設されている。そして、各スリット12は、前、後方向の幅寸法 δ が伸縮することによって支持固定部3に生じるY軸方向の歪みを吸収するものである。

【0030】本発明の実施の形態による角速度センサは上述のように構成されるものであって、次にその作用について説明する。

【0031】まず、各振動発生部9に固有振動数 f_1 とほぼ等しい値の周波数 f の駆動信号を逆位相で印加すると、各電極9B、9C間には静電引力が交互に作用し、第1の振動体5は、第2の振動体7と共にX軸方向となる矢示a方向に接近、離間を繰返して振動する。

【0032】このように、第1、第2の振動体5、7が振動した状態で、角速度センサにZ軸周りの角速度 Ω が加わると、Y軸方向にコリオリ力（慣性力）が発生し、第2の振動体7はY軸方向に下記の数1に示すようなコリオリ力Fで変位する。

【0033】

【数1】 $F = 2m\Omega v$

ただし、m：第2の振動体7の質量

Ω ：角速度

v：第2の振動体7のX軸方向の速度

【0034】そして、第2の振動体7は数1のコリオリ力FによってY軸方向に振動し、この振動体7の変位を、各角速度検出部10では各電極10B、10C間の静電容量の変化として検出し、Z軸周りの角速度 Ω を検出することができる。

【0035】また、振動発生部9によって第1、第2の振動体5、7がX軸方向に振動したときには、振動状態モニタ部11の各電極11A、11B間の静電容量が変化する。このため、振動状態モニタ部11は、各電極11A、11B間の静電容量を検出することによって、第1、第2の振動体5、7の振動状態をモニタすることができ、第1、第2の振動体5、7のX軸方向の振幅を一定に保持することができる。

【0036】さらに、第1の支持梁4を支持する支持固定部3にはスリット12を設けたから、スリット12によって支持固定部3に生じる歪みを吸収することができる。

【0037】即ち、基板1が熱によって膨張、収縮したとき、外部からの応力が基板1に作用したとき等には、支持固定部3がX軸方向、Y軸方向に伸縮し、歪みが生じることがある。しかし、本実施の形態では、支持固定部3にスリット12を設けたから、支持固定部3がY軸方向に伸縮するときには、スリット12の幅寸法 δ が伸縮する。このため、基板1が熱によって膨張、収縮等したときであっても、支持固定部3の長さ寸法Lをほぼ一定の値に保持することができる。

【0038】この結果、基板1に応力等が作用するときでも、第1の支持梁4に引張り応力、圧縮応力が作用することがなく、第1、第2の振動体5、7はその固有振動数 f_1 の値がほぼ一定値に保持される。従って、第1、第2の振動体5、7を固有振動数 f_1 で安定して振動させ、さらに振動状態モニタ部11のモニタ信号を用

いてフィードバック制御することによってその振幅を一定値に保持できると共に、第1の振動体5と第2の振動体7との固有振動差をほぼ一定にすることができる。この結果、コリオリ力Fに対して角速度 Ω の検出精度を向上させることができる。

【0039】かくして、本実施の形態では、第1の支持梁4が接続された支持固定部3にはスリット12を設けたから、スリット12によって支持固定部3の歪を吸収することができ、第1、第2の振動体5、7が振動するときの固有振動数 f_1 をほぼ一定の値に保持することができる。このため、第1、第2の振動体5、7を常に安定した周波数と振幅をもって振動させることができるから、角速度 Ω に対する第2の振動体7の変位量を安定化でき、角速度 Ω の検出精度を向上させることができる。

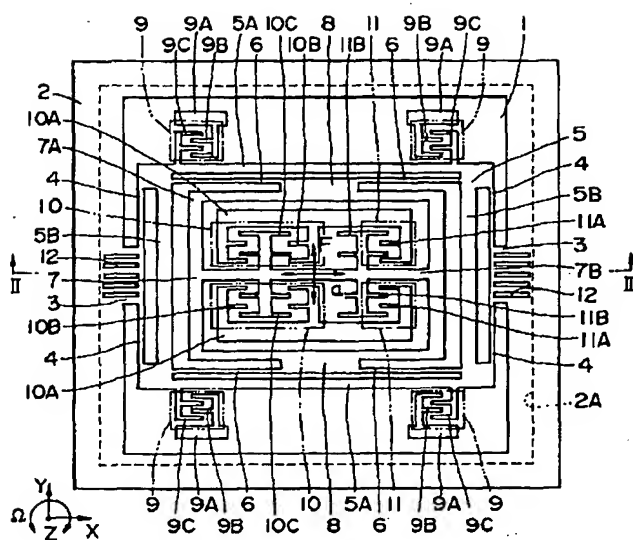
【0040】また、第1の支持梁4はY軸方向に延びて支持固定部3に接続されると共に、スリット12はX軸方向に延びて支持固定部3に設ける構成としたから、支持固定部3に基板1からの応力が作用するときでも、スリット12の幅寸法 δ が変化することによって支持固定部3に生じる歪を吸収し、支持固定部3のY軸方向の長さ寸法Lを一定値に保持することができる。このため、基板1に応力が作用するときでも、第1の支持梁4に引張り応力、圧縮応力が作用することがなく、第1、第2の振動体5、7を一定の周波数 f で安定して振動させることができる。

【0041】さらに、第1の支持梁4は支持固定部3を挟んでY軸方向の両端側にそれぞれ設け、スリット12は一对の支持梁4、4の中間部位に対して略対称となる位置に複数個設ける構成としたから、各スリット12の幅寸法 δ が伸縮するときでも、各支持梁4に作用する応力をほぼ等しくすることができる。このため、支持固定部3を挟むY軸方向両側の支持梁4、4によって第1の振動体5を均等に支持することができるから、第1の振動体5を安定してX軸方向に振動させることができる。

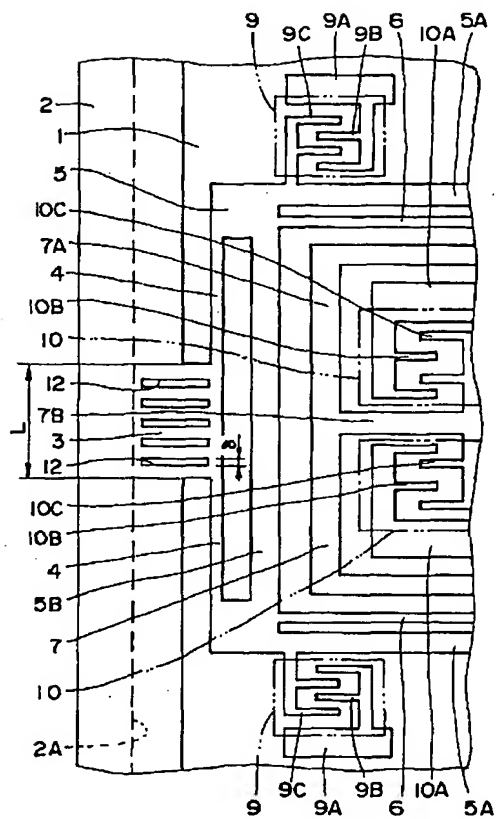
【0042】なお、前記実施の形態では、第1の支持梁4が接続される支持固定部3にスリット12を設けるものとしたが、本発明はこれに限らず、例えば図4に示す第1の変形例のように第2の支持梁6を第2の振動体7に接続する支持連結部8にY軸方向に延びるスリット21を複数個設ける構成としてもよい。これにより、第2の振動体7等が熱によって膨張、収縮するときでも、第2の支持梁6に引張り応力、圧縮応力が作用することがなくなる。このため、角速度に対する第2の振動体7の変位量を一定にすることができ、角速度の検出精度をさらに向上させることができる。

【0043】また、前記実施の形態では、第1の振動体5を基板1と平行なX軸方向に変位可能な状態で基板1に設け、第2の振動体7を基板1と平行でX軸方向に直交するY軸方向に変位可能な状態で第1の振動体5に設ける構成としたが、本発明はこれに限らず、第1の振動

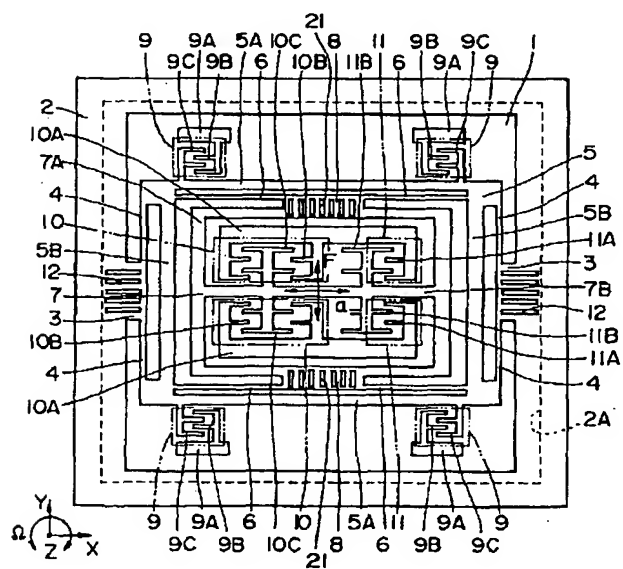
【図1】



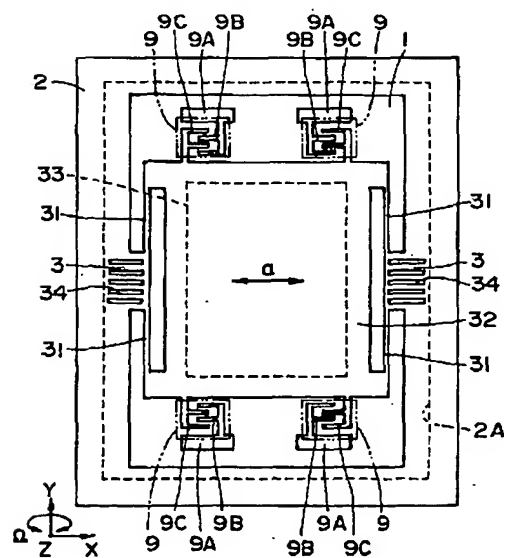
【図3】



【図4】



【図5】



体を基板 1 と平行な X 軸方向に変位可能な状態で基板 1 に設け、第 2 の振動体を基板 1 と垂直な Z 軸方向に変位可能な状態で第 1 の振動体に設ける構成としてもよい。この場合、Y 軸回りに作用する角速度を検出することができる。

【0044】さらに、前記実施の形態では、第 1 の支持梁 4 によって第 1、第 2 の振動体 5、7 を X 軸方向に振動可能に支持し、第 2 の支持梁 6 によって第 2 の振動体 7 を Y 軸方向に振動可能に支持する構成するものとしたが、図 5 に示す第 2 の変形例のように支持固定部 3 に設けた支持梁 3 1 によって振動体 3 2 を X 軸、Z 軸のいずれの方向にも振動可能に支持する構成としてもよい。この場合、基板 1 上には振動体 3 2 に対面して角速度検出手段としての電極 3 3 を設ける共に、支持固定部 3 には振動体 3 2 の振動方向（矢示 a 方向）と平行な方向に延びるスリット 3 4 を設けるものである。

【0045】また、前記実施の形態では、スリット 1 2 を振動体 5 の振動方向と平行な方向に延びる構成としたが、例えばスリット 1 2 を振動体 5 の振動方向に対して傾斜して延びる構成としてもよい。

【0046】さらに、本実施の形態では、振動体装置として角速度センサに適用した場合を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限らず、振動体を支持梁によって振動可能に支持する加速度センサ、振動センサ、振動アクチュエータ等に適用してもよい。

【0047】

【発明の効果】以上詳述した通り、請求項 1 の発明によれば、支持固定部には、該支持固定部に生じる歪みを吸収するためのスリットを設けたから、基板に応力が生じたときでも、支持固定部に設けたスリットによって支持固定部に生じる歪みを吸収することができる。このため、支持梁に応力が作用することがないから、振動体の固有振動数を一定の値に保持することができ、振動体を一定の周波数で振動させ、さらに 2 つの振動体の周波数

差も一定にすることができる。

【0048】また、請求項 2 の発明によれば、支持梁は振動体の振動方向と直交する方向に延び、スリットは振動体の振動方向と平行な方向に延びる構成としたから、支持固定部に基板からの応力が作用するときでも、スリットの幅寸法が変化し、支持固定部が振動方向と直交する方向に伸縮するのを防ぐことができる。このため、基板に応力が作用するときでも、支持梁に引張り応力、圧縮応力が作用することがなく、振動体を一定の周波数で安定して振動させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態による角速度センサを示す平面図である。

【図 2】図 1 中の矢示 II-II 方向からみた断面図である。

【図 3】支持固定部、スリット等を拡大して示す要部拡大平面図である。

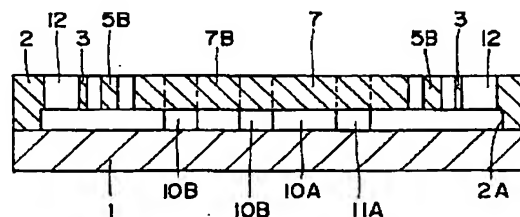
【図 4】本発明の第 1 の変形例による角速度センサを示す平面図である。

【図 5】本発明の第 2 の変形例による角速度センサを示す平面図である。

【符号の説明】

- 1 基板
- 3 支持固定部
- 4 第 1 の支持梁（支持梁）
- 5 第 1 の振動体（振動体）
- 6 第 2 の支持梁
- 7 第 2 の振動体
- 9 振動発生部
- 10 角速度検出部
- 12, 21, 34 スリット
- 31 支持梁
- 32 振動体

【図 2】



*** 特許出願 2000-209862[H12. 7.11]
特開2002- 22453[H14. 1.23] 特公

請求() 出願種別(通常) ***
[] 登録
公報発行日[]

名称 振動体装置

出願人 2G-000623 村田製作所：(株)

発明者 森屋 和文

I P C G01C 19/56

B06B 1/02

G01P 9/04

G01P 15/125

H01L 29/84

F I G01P 9/04

G01P 15/125

G01C 19/56

H01L 29/84

Z B06B 1/02

K

広域 461,222,422 ()

代理人 広瀬 和彦 (7944) 他(0)

優先権 () [] () [] ()

関連種別 () 原出願番号 () 原登録番号 ()

基準日 (出願日) [平12. 7.11] 遡及日[] ()

審査異議有効数 () 請求項の数 (002) 権利譲渡/実施許諾 ()

査定種別 (-) [] 最終処分 () []

審査種別 (通常審査)

審査記録 (A63 願書 ,平12. 7.11,21000:)

(A967 認定情報,平12. 7.13, :)

*** 審判 [] 種別[] ***

審判請求人 -

請求人代理人 () 異議有効数 ()

被請求人 -

異議申立人 () -

異議申立請求項()() 異議決定種別() []

審判最終処分() 確定日[]

異議決定分類 () - - - - -

審決分類 - - - - -

審判/異議記録

登録記録

最終納付年分

本権利抹消日 [] 閉鎖登録日 []

権利者 -

FIG. 4A
RELATED ART

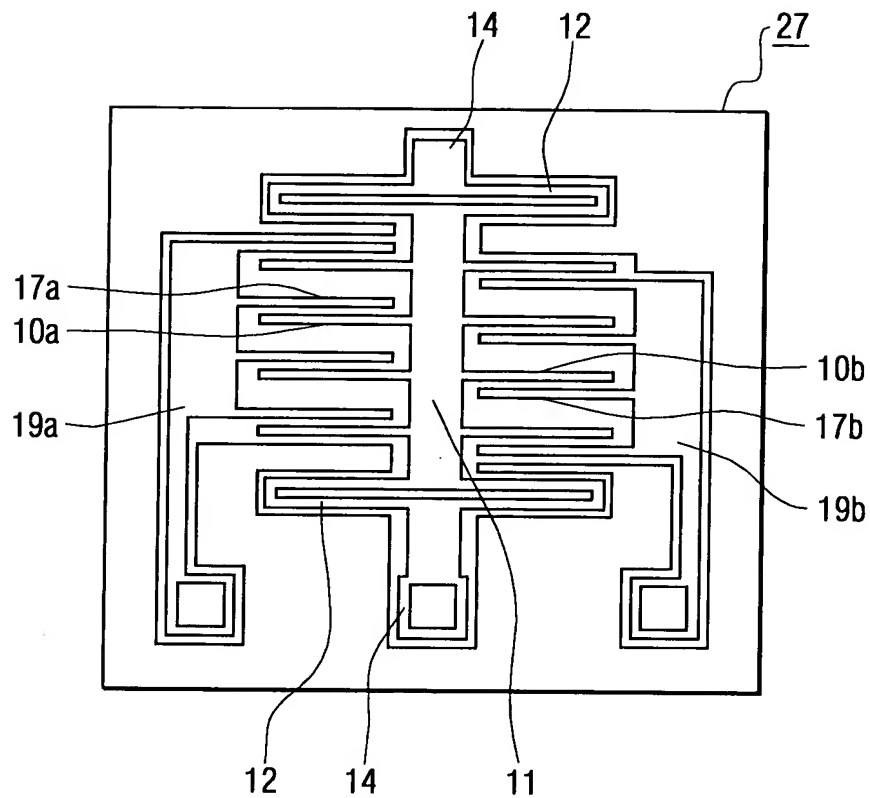
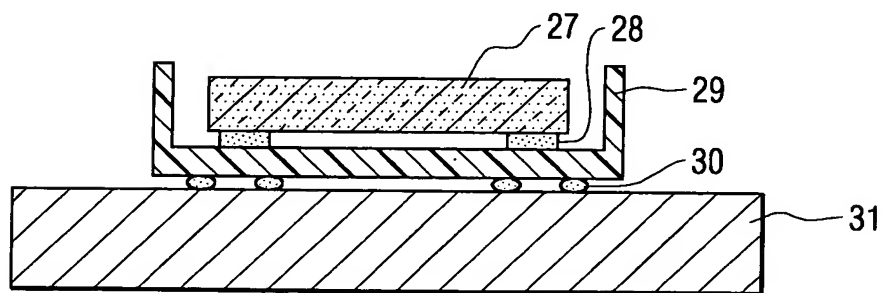


FIG. 4B
RELATED ART



Applicant: SAKAI
For: CAPACITIVE DYNAMIC QUANTITY SENSOR
Filed: July 10, 2003
Atty Dkt.: 01-446

David G. Posz
Posz & Bethards, PLC
11250 Roger Bacon Drive
Suite 10
Reston, VA 20190
Phone: (703) 707-9110
Customer No. 23400